

51

Int. Cl. 2:

G 01 B 7/02

G 01 D 5/14

19 **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

DEUTSCHES



PATENTAMT

DE 27 39 054 A 1

11

Offenlegungsschrift 27 39 054

21

Aktenzeichen:

P 27 39 054.1-52

22

Anmeldetag:

30. 8. 77

43

Offenlegungstag:

15. 3. 79

31

Unionspriorität:

67 69 71

54

Bezeichnung:

Einrichtung zur Messung einer kleinen Weglänge

71

Anmelder:

Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München

72

Erfinder:

Nürnberger, Wilhelm, Dr.-Ing., 7500 Karlsruhe

Prüfungsantrag gem. § 28 b PatG ist gestellt

DE 27 39 054 A 1

Patentansprüche

- (1.) Einrichtung zur Messung einer kleinen Weglänge nach dem Wirbelstromprinzip, mit einem von einer physikalischen Meßgröße wegabhängig verstellbaren Meßelement aus einem Werkstoff niedriger Permeabilität und hoher Leitfähigkeit und einer mit diesem induktiv gekoppelten, wechselstromerregten Induktionsspule, deren sich mit dem Abstand zum verstellbaren Meßelement ändernde Impedanz ein Maß für die Meßgröße ist, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß das Meßelement (2) aus einem Werkstoff mit einer relativen Permeabilität μ_r im Bereich $1 < \mu_r < 10$ besteht, und daß die Induktionsspule (3) mit einem Erregerstrom gespeist ist, dessen Frequenz f sich aus der Beziehung

$$2\pi f \cdot \mu_r \cdot \sigma = \text{konst.}$$

ergibt, wobei μ_r die relative Permeabilität und σ die elektrische Leitfähigkeit des Meßelementwerkstoffs ist.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die relative Permeabilität des Meßelementwerkstoffs $\mu_r \approx 3$ ist.
3. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke des Meßelements (2), gemessen in Richtung der Spulenachse, kleiner ist als das Eindringmaß.
4. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke des Meßelements (2) zwischen $10\mu\text{m}$ und $60\mu\text{m}$ liegt.
5. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenz f des Erregerstroms größer oder gleich ist

$$f = \frac{8 \cdot 10^3 / \text{mm}^2}{2\pi \cdot \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \sigma}$$

wobei μ_0 die magnetische Feldkonstante ist.

2739054

- 82-

2739054 BRG

6. Einrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenz f des Erregerstroms zwischen 10^7 und 10^8 Hz liegt und der Werkstoff für das Meßelement (2) ein legierter Stahl der V4A-Gruppe ist.

7. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand d zwischen Meßelement (2) und Stirnfläche der Induktionsspule (3) kleiner oder gleich 0,2 mm ist.

8. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand der in einen isolierenden Werkstoff eingebetteten Induktionsspule (3) zu einem umgebenden Metallgehäuse (5) mindestens 1,5 mm beträgt.

909811/0114

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Berlin und München

Unser Zeichen:

VPA 77 P 3 546 BRD

3

Einrichtung zur Messung einer kleinen Weglänge

Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung zur Messung einer kleinen Weglänge nach dem Wirbelstromprinzip, mit einem von einer physikalischen Meßgröße wegababhängig verstellbaren Meßelement aus einem Werkstoff niedriger Permeabilität und hoher Leitfähigkeit
5 und einer mit diesem induktiv gekoppelten, wechselstromerregten Induktionsspule, deren sich mit dem Abstand zum verstellbaren Meßelement ändernde Impedanz ein Maß für die Meßgröße ist.

Eine derartige Einrichtung kann beispielsweise in einer Meßzelle
10 für Druck oder Differenzdruck zur Anwendung kommen (DT-OS 21 64 896), dort ist die Meßmembran das Meßelement, deren vom Wirkdruck verursachte Auslenkung aus der Mittellage die kleine Weglänge ist, die in proportionale Impedanzänderungen der Induktionsspulen in Differentialschaltung umgesetzt wird.

15 In einer anderen bekannten Meßeinrichtung (US-PS 3 238 479) besteht das Meßelement aus einem gut leitenden Werkstoff mit einer Permeabilität um eins. Es werden diamagnetische ($\mu_r < 1$) wie auch paramagnetische ($\mu_r \approx 1$) Werkstoffe zur Anwendung vorge-
20 schlagen.

Der Erfindung lag die Aufgabe zugrunde, die bekannten Meßeinrichtungen nach dem Wirbelstromprinzip hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit zu verbessern und dazu Materialkonstanten und Fre-
25 quenz des Erregerstroms optimal aufeinander abzustimmen.

- Eine Lösung dieser Aufgabe wird in einer Einrichtung der eingangs genannten Art gesehen, die dadurch gekennzeichnet ist, daß das Meßelement aus einem Werkstoff mit einer relativen Permeabilität μ_r im Bereich $1 < \mu_r < 10$ besteht, und daß die Induktionsspule mit einem Erregerstrom gespeist ist, dessen Frequenz sich aus der Beziehung

$$2\pi f \cdot \mu_r \cdot \sigma = \text{konst.}$$

- ergibt, wobei μ_r die relative Permeabilität und σ die elektrische Leitfähigkeit des Meßelementwerkstoffs sind. In den erwähnten Permeabilitätsbereich fallen eine Reihe von schwach ferromagnetischen Stoffen, wie z. B. Chrom-Nickel-(V4A-)Stähle. Es hat sich überraschenderweise herausgestellt, daß mit einem Werkstoff mit einer Permeabilität $\mu_r \approx 3$ optimale Ergebnisse zu erzielen sind.
- Weiter wurde gefunden, daß der das elektrische Ausgangssignal der Meßeinrichtung bestimmende Wirkwiderstand der Induktionsspule oberhalb $2\pi f \cdot \mu \cdot \sigma = 8 \cdot 10^3 / \text{mm}^2$ von der Speisefrequenz f unabhängig wird, womit auch aus dieser Richtung kommende Störkomponenten unwirksam werden.

- Als Meßelement ist der der Stirnfläche der Induktionsspule gegenüber in einem kleinen Abstand angeordnete und mit ihr in Wechselwirkung stehende Teil eines Meßglieds anzusehen, beispielsweise einer Meßmembran oder eines Biegebalkens, wobei die Abmessungen des Meßelements in Richtung der Spulenachse, also seine Dicke, kleiner sein können als die des Meßglieds. Die Dicke des Meßelements kann ohne Einbuße an Empfindlichkeit auch kleiner sein als das frequenzabhängige Eindringmaß

$$\sigma = \sqrt{2} / \sqrt{2\pi f \cdot \mu \cdot \sigma}$$

- Es können so z. B. sehr dünne und damit hochempfindliche Meßmembranen, deren Dicke zwischen $10 \mu\text{m}$ und $60 \mu\text{m}$ liegt, zur Messung sehr kleiner Drücke in Druckmeßumformern eingesetzt werden.

Zur Erläuterung der Erfindung ist in der Figur ein Ausführungsbeispiel schematisch dargestellt und im folgenden beschrieben.

An einem Meßglied 1 greift eine physikalische Meßgröße an, beispielsweise eine Kraft K_1 oder eine Kraft K_2 , und verschiebt das Meßglied 1 um eine kleine Weglänge s_1 bzw. s_2 in die eine oder andere Richtung.

- 5 Diese Weglängen bzw. Weglängenänderungen sind in proportionale elektrische Signale umzusetzen. Bei dem dargestellten induktiven Wegabgriff nach dem Wirbelstromprinzip sind zu diesem Zweck auf gegenüberliegenden Flächen des Meßglieds 1, das aus einem nicht-magnetischen, schlecht leitenden Werkstoff bestehen kann, Meß-
- 10 elemente 2 aus einem elektrisch gut leitenden, schwach ferromagnetischen Werkstoff, beispielsweise aus einem Chrom-Nickel-Stahl angeordnet. In einem kleinen Abstand d in der Größenordnung von 10^{-1} bis 10^{-2} mm, vorzugsweise $\leq 0,2$ mm, stehen den Meßelementen 2 die Stirnflächen von Induktionsspulen 3 gegenüber, die als Lei-
- 15 terspiralen ausgeführt und in den Oberflächen von sie umgebenden Isolationsschichten 4 eingebettet sind. Um den Meßeffect zu vergrößern, ist die Meßanordnung in bekannter und hier nicht näher erläuteter Weise als Differentialschaltung ausgebildet.
- 20 Die Induktionsspulen 3 werden mit einem Erregerstrom relativ hoher Frequenz zwischen 10^7 und 10^8 Hz gespeist, die Meßelemente 2 wirken als Kurzschlußwicklung, die je nach Abstand von der Spule diese mehr oder weniger bedämpfen, so daß die Wirkwiderstände der Induktionsspulen 3 bzw. deren Differenz ein Maß für die aus der Nullage des Meßglieds 1 heraus zurückgelegten
- 25 Weglängen s_1 oder s_2 ist.

- Um unter den genannten Betriebsbedingungen eine Bedämpfung durch das die Meßeinrichtung umgebende Metallgehäuse 5 zu vermeiden, ist die Dicke der Isolierschicht 6, die aus Glas oder Kunststoff bestehen kann, so zu bemessen, daß der Abstand von Induktions-
- 30 spule 3 zu dem Metallgehäuse 5 nirgends kleiner als 1,5 mm ist.

- Wie bereits erwähnt, kann ein derartiger Abgriff auch in einer Differenzdruck-Meßzelle angewendet werden, wobei die am Rand eingespannte und unter dem Einfluß des Differenzdrucks ausgelenk-
- 35 te Meßmembran mit ihrem Mittelteil gleichzeitig das Meßelement bildet und sehr dünn ausgeführt werden kann, so daß sich sehr kompakte und raumsparende Meßumformer mit optimalem Meßeffect, d. h. mit großer Empfindlichkeit, bauen lassen.

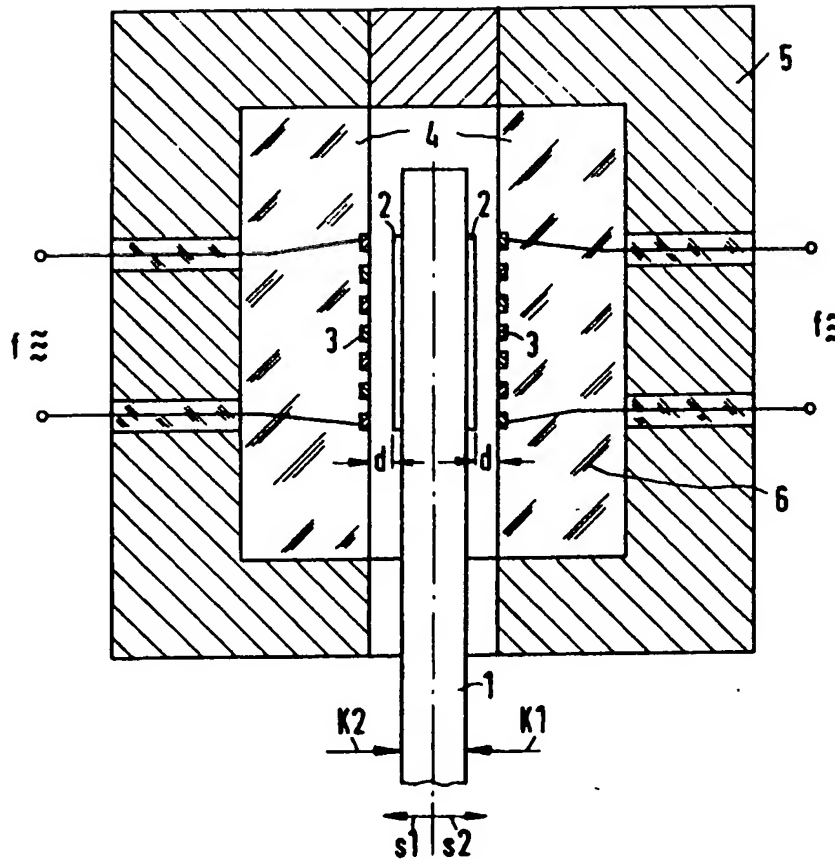
6
Leerseite

Nummer: 27 39 054
Int. Cl.²: G 01 B 7/02
Anmeldetag: 30. August 1977
Offenlegungstag: 15. März 1979

2739054

FIG. 1

7



909811/0114

BEST AVAILABLE COPY